

Regionale Unterschiede in der Schädelgröße von *Sicurus vulgaris fuscoater* Altum, 1876¹

VON H. WILTAFSKY

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Köln,
Lehrstuhl für Experimentelle Morphologie

Eingang des Ms. 31. 10. 1975

Einleitung

Werden die Schädelgrößen der verschiedenen Unterarten von *Sciurus vulgaris* miteinander verglichen, so ergeben sich erhebliche Größenunterschiede. Selbst Unterarten, deren Verbreitungsareale aneinandergrenzen, machen diesbezüglich keine Ausnahmen. Auffällig ist außerdem, daß die Schädelgröße im Gesamtareal der Art von Süden nach Norden hin abnimmt. Die Unterarten mit den größten Schädeln treten am Südrand des Areal auf, diejenigen mit den kleinsten am Nordrand. Dazwischen existieren Unterarten mittlerer Schädelgrößen (Abb. 1).

Für Italien stellt CAVAZZA (1913) an Hand des Vergleichs von vier Populationen ebenfalls eine von Süden nach Norden fortschreitende Größenabnahme fest. Besonders bemerkenswert erscheint, daß zwei von diesen vier Populationen nach den Angaben von SIDOROWICZ (1971) der Unterart *Sc. v. italicus* zuzuordnen sind, während jeweils eine *Sc. v. fuscoater* und *Sc. v. meridionalis* entspricht. Demnach treten innerhalb der Unterart *Sc. v. italicus* klare Größenunterschiede auf, die zusammen mit den Werten von *Sc. v. fuscoater* und *Sc. v. meridionalis* einen Größengradienten ergeben. Damit stellt sich die Frage, ob die Schädelgröße ganz allgemein innerhalb der Unterarten von *Sc. vulgaris* klnal variiert.

Das Auftreten der Unterarten mit den größten Schädeln am Südrand des Areal und derjenigen mit den kleinsten Schädeln am Nordrand steht im Gegensatz zu der BERGMANNschen Regel. Allerdings bezieht sich diese Regel auf die Gesamtgröße der Tiere und nicht allein auf die Schädelgröße. Trotzdem stellt sich die Frage, ob die Schädelgröße bei *Sc. vulgaris* überhaupt als ein klimaabhängiges Merkmal anzusehen ist. Die folgende Untersuchung soll einen Beitrag zu diesem Problem liefern.

Material und Methode

Von folgenden Sammlungen wurde freundlicherweise Material zur Verfügung gestellt: Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität, Berlin; Naturhistorisches Museum, Bern; Museum A. Koenig, Bonn; Übersee-Museum, Bremen; Staatl. Museum für Tierkunde, Dresden; Natur-Museum und Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt; Biol. Institut I der Albert-Ludwig-Universität, Freiburg; Museum für Naturkunde, Freiburg; Museo di Storia Naturale „Giacomo Doria“, Genua; Zool. Institut und Zool. Museum der Universität, Hamburg; Niedersächsisches Landesmuseum, Hannover; Institut für Haustierkunde der Universität, Kiel; Zool. Institut der Universität, Köln; Universitetets Zoologiske Museum, Kopenhagen; Zool. Sammlung des Bayerischen Staates, München; Landesmuseum für Naturkunde, Münster; Privatsammlung Prof. Dr. J. NIETHAMMER, Bonn; Museum National d'Histoire Naturelle, Paris; Národné Muzeum, Prag; Museum Stavanger, Stavanger; Naturhistorika

¹ Unterstützt mit Mitteln der VW-Stiftung.

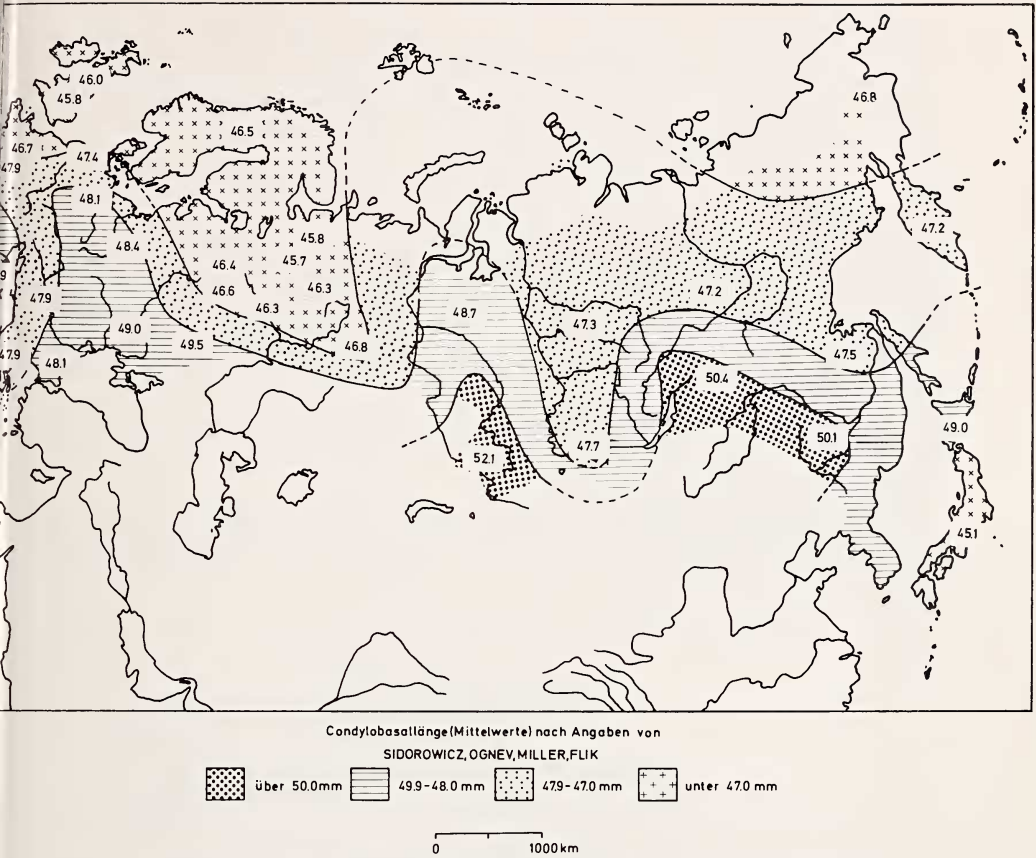


Abb. 1. Variation der Condylbasallänge. Die Darstellung beruht auf den Mittelwerten, die von SIDOROWICZ (1971), OGNEV (1966), MILLER (1912) und FLIK (1964) für die verschiedenen Unterarten von *Sc. vulgaris* aufgeführt werden

Riksmuseet, Stockholm; Musée Zoologique de l'Université et de la Ville, Straßburg; Staatl. Museum für Naturkunde, Stuttgart; Naturhistorisches Museum, Wien.

Allen Sammlungsleitern und ihren Mitarbeitern gebührt mein aufrichtiger Dank.

Berücksichtigt wurden nur Schädel, für die eine genaue Fundortbezeichnung vorliegt. Als Angabe für die Schädelgröße dient die Condylalveolarlänge². Dieses Maß erfaßt die Strecke vom caudalen Punkt der Condylen bis zum Vorderrand der Incisivi an den Alveolen. Diese Strecke ist etwas kürzer als die Condylbasallänge. Sie wurde gewählt, da bei verschiedenen Schädeln des bearbeiteten Materials die Intermaxillarknochen beschädigt waren und sich damit der vordere Ansatzpunkt für die Bestimmung der Condylbasallänge nicht mehr exakt feststellen ließ. Wie die entsprechenden Untersuchungen ergeben haben (WILTAFSKY 1973), ist es nicht notwendig, das Material nach Geschlecht und Alter getrennt zu bearbeiten.

Der Versuch, regionale Unterschiede innerhalb der Unterart *Sc. v. fuscoater* zu erfassen, setzt voraus, daß Populationen miteinander verglichen werden können. In jeder Population tritt ein bestimmtes Merkmal in unterschiedlichen Ausprägungen auf, und nur Serien erlauben es, einen Gesamteindruck von den für die Population typischen Verhältnissen zu erhalten. Unter dem bearbeiteten Material sind jedoch komplette Serien Ausnahmefälle, Einzelfunde dagegen die Regel. Es war somit notwendig, diese Einzelfunde zu größeren Gruppen zusammenzufassen.

² In meiner Dissertation ist die Condylalveolarlänge als Condylbasallänge bezeichnet (WILTAFSKY 1973).

Bei der Gruppierung des Materials dienten als Hilfsmittel der t-Test und die Karte der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (MEYNEN und SCHMITHUSEN 1953). Mit Hilfe des t-Tests wurden die Gruppen auf Homogenität geprüft. Durch die Berücksichtigung der Karte der naturräumlichen Gliederung Deutschlands sollte erreicht werden, daß nur solche Exemplare in ein und derselben Gruppe zusammengefaßt wurden, die von Fundorten stammen, an denen auch ähnliche klimatische Bedingungen herrschen. Für die einzelnen Gruppen wurden die Mittelwerte errechnet und kartiert.

Die Frage, ob ein Zusammenhang zwischen der Schädelgröße und den Klimafaktoren besteht, wurde mit Hilfe der Korrelationsrechnung (Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson) untersucht.

Geprüft wurde der Zusammenhang zwischen den für die einzelnen Gruppen errechneten Mittelwerten für die Condylalveolarlänge und der Jahresmitteltemperatur sowie der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge. Die hierfür erforderlichen Werte entstammen der „Klimakunde des Deutschen Reiches, Band II, Tabellen“. Für die Auswahl der Wetterstationen war möglichst enge Lagebeziehung zu den Fundorten entscheidend. Die Vermutung, andere als die erwähnten Klimafaktoren könnten etwaige Zusammenhänge mit Schädelmaßen besser erfassen, hat sich bei entsprechender Prüfung als unbegründet erwiesen (WILTAFSKY 1973).

Die Korrelationskoeffizienten werden mit ihren zugehörigen Signifikanzniveaus angegeben, letztere werden aber nicht weiter interpretiert: Da der Untersuchung keine Hypothesen über bestimmte Zusammenhänge zugrunde liegen, ist das Instrumentarium der beurteilenden Statistik nicht anwendbar.

Zur Beschreibung der Stärke der Zusammenhänge zwischen den untersuchten Größen wird der Determinationskoeffizient (r^2) benutzt. Der Determinationskoeffizient ist das Quadrat des Korrelationskoeffizienten. Mit 100 multipliziert ($r^2 \times 100$) drückt er aus, wieviel Prozent von der Veränderung der Variablen a durch die Veränderung der Variablen b erklärbar sind.

Sämtliche Berechnungen wurden im Rechenzentrum der Universität zu Köln ausgeführt.

Materialanalyse

1. Ergebnis der Mittelwertskartierung

Nach der Kartierung der 94 Mittelwerte ergibt sich ein Raster von Werten, in das der Verlauf von Isophänen eingezeichnet werden kann. Dabei wird ersichtlich (Abb. 2), daß die Höhe der Mittelwerte nicht regellos variiert. Gebiete, in denen niedrige Werte gehäuft auftreten, heben sich von anderen Gebieten ab, in denen gehäuft höhere Werte festgestellt werden können: In der unmittelbaren Umgebung von München liegt ein Größenminimum, nordöstlich von Berlin ein Größenmaximum.

Außerdem läßt sich entlang bestimmter Linien von Mittelwert zu Mittelwert fortschreitend ein Anwachsen der Condylalveolarlänge erkennen. Solche Größengradienten sind z. B. auf der Strecke Hamburg–Falkenhagen (westlich von Berlin) oder von Kronberg im Taunus über Birkenau (Odenwald), Rothenburg o. T., Augsburg nach Gräfelting bei München zu verfolgen (Abb. 3). Wie aus den Dice-Leraas-Diagrammen außerdem ersichtlich ist, sind die Größenunterschiede zwischen bestimmten Mittelwerten durchaus signifikant (vergleiche Kronberg/Birkenau mit Augsburg/Gräfelting).

Insgesamt läßt sich feststellen, daß die Condylalveolarlänge im gesamten Untersuchungsgebiet klinale Variation zeigt.

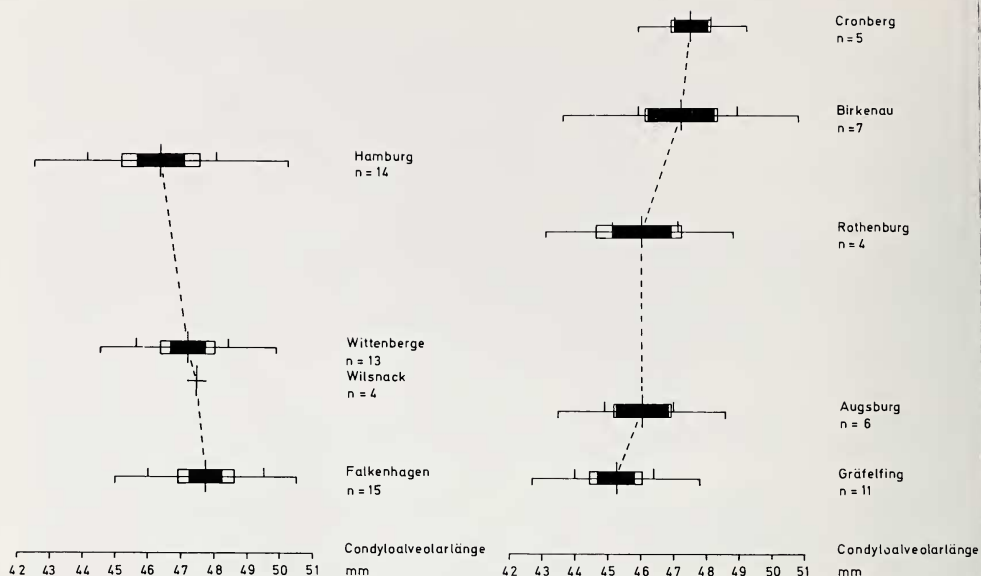


Abb. 3. Größenveränderungen in der Condyloalveolarlänge entlang den Strecken Hamburg—Berlin und Frankfurt—München. Im Diagramm gibt der mittlere Querstrich die Lage des Mittelwertes (\bar{x}) an. Der horizontale Strich kennzeichnet den Bereich $\bar{x} \pm 3,24 s$. Das unausgefüllte Rechteck repräsentiert den Bereich $\bar{x} \pm s$, das ausgefüllte Rechteck den Bereich $\bar{x} \pm ts / \sqrt{N}$. Min. und Max. sind durch senkrechte Striche markiert. Die unterschiedlichen Längen der gestrichelten Linien veranschaulichen die Entfernungen zwischen den Fundorten.

2. Ergebnis der Korrelationsrechnung

Mit Hilfe der Korrelationsrechnung wurde der Zusammenhang zwischen der Größe der Condyloalveolarlänge und der Jahresmitteltemperatur bzw. der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge untersucht:

n = 94	Korrelationskoeffizient r	Determinationskoeffizient $r^2 \times 100$
Jahresmitteltemperatur	— 0,02056	0,04
mittlere jährliche Niederschlagsmenge	— 0,40934***	16,7
***P < 0,001		

Für die Beziehung zwischen der Condyloalveolarlänge und der Jahresmitteltemperatur ergibt sich ein Korrelationskoeffizient $r = -0,02$. Dieser Wert ist nicht von Null verschieden. Zwischen den beiden Größen besteht demnach kein Zusammenhang. Den selben Eindruck vermittelt auch das Streudiagramm (Abb. 4a).

Für die Beziehung zwischen der Condyloalveolarlänge und der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge errechnet sich ein Korrelationskoeffizient $r = -0,409$. Dieser Wert ist bedeutsam von Null verschieden ($P < 0,001$). Die Condyloalveolarlänge ist demnach von der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge abhängig. Trotz der hohen Signifikanz für die lineare Korrelation zwischen den beiden Größen

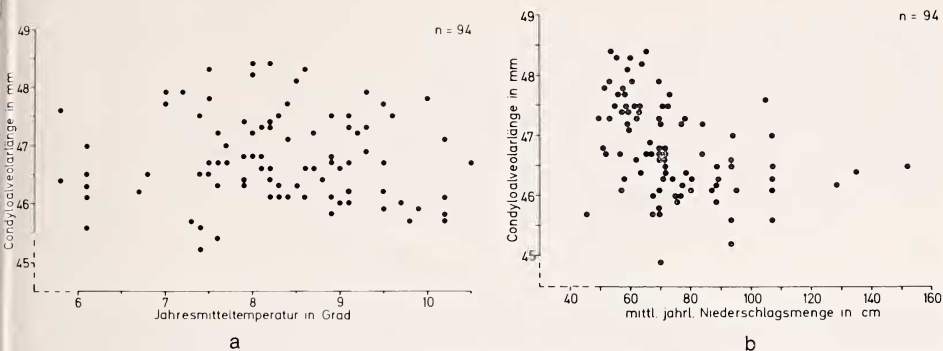


Abb. 4. Beziehungen zwischen der Jahresmitteltemperatur (a) bzw. der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge (b) und der Condylalveolarlänge. Die Streudiagramme zeigen die Werte von 94 Stichproben aus dem Verbreitungsgebiet von *Sc. v. fuscoater*

ist die Abhängigkeit jedoch nur gering, wie aus der Größe des Determinationskoeffizienten und aus dem Streudiagramm (Abb. 4b) hervorgeht: Lediglich 16,7% von der Variabilität der Condylalveolarlänge sind durch die Variabilität der Niederschlagswerte zu erklären. Dieser Wert ist so niedrig, daß eine kausale Abhängigkeit der Condylalveolarlänge von der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge wohl kaum bestehen dürfte.

Diskussion

Die Tatsache, daß die Condylalveolarlänge bei *Sciurus vulgaris fuscoater* — und damit die Schädelgröße — kinal variiert, ist nicht weiter überraschend, zumal von CAVAZZA (1913) bereits eine entsprechende Beobachtung vorliegt. Nach den Ausführungen von MAYR (1967) ist bei den meisten kontinentalen Arten, wenn nicht sogar bei allen, klinale Variation zu erwarten.

Überraschend ist jedoch, daß die Schädelgröße allem Anschein nach unabhängig von klimatischen Bedingungen ist. Für diese Tatsache sprechen neben den vorliegenden Berechnungen die Verhältnisse, die innerhalb der dänischen Eichhörnchenpopulationen zu beobachten sind. Während sich die Größengradienten der Condylalveolarlänge überall über die Grenzen des ehemaligen Deutschen Reiches hinaus kontinuierlich verfolgen lassen, ist dies in Dänemark nur zum Teil möglich (WILTAFSKY 1973). Hier treten abweichende Verhältnisse auf, die durch das Aussetzen von Eichhörnchen unterschiedlicher Herkunft entstanden sind (BRAESTRUP 1935). Zwischen den verschiedenen dänischen Populationen bestehen außerdem entschieden stärkere Unterschiede, als zwischen den südschwedischen Populationen oder zwischen den norddeutschen (Abb. 5). Wird vorausgesetzt, daß die klimatischen Gegebenheiten in ganz Dänemark annähernd gleich sind, so können die zwischen den Populationen ersichtlichen Unterschiede nur genetisch bedingt sein. Die Schädelgröße erweist sich also auch bei diesem „Freilandexperiment“ als eine vom Klima unabhängige Größe.

Was bei der regionalen Variation der Condylalveolarlänge von *Sc. v. fuscoater* jedoch besonders überrascht, ist das Ausmaß der Variation. Die höchsten Werte betragen 48,4 mm, die niedrigsten 45,0 mm. Die Differenz beträgt 3,4 mm.

Werden zum Vergleich die für verschiedene Eichhörnchenunterarten in der Literatur aufgeführten Mittelwerte der Condylalveolarlänge herangezogen und untereinander verglichen (Abb. 1), so ergeben sich zwischen den höchsten und niedrigsten Werten ähnliche Differenzen.

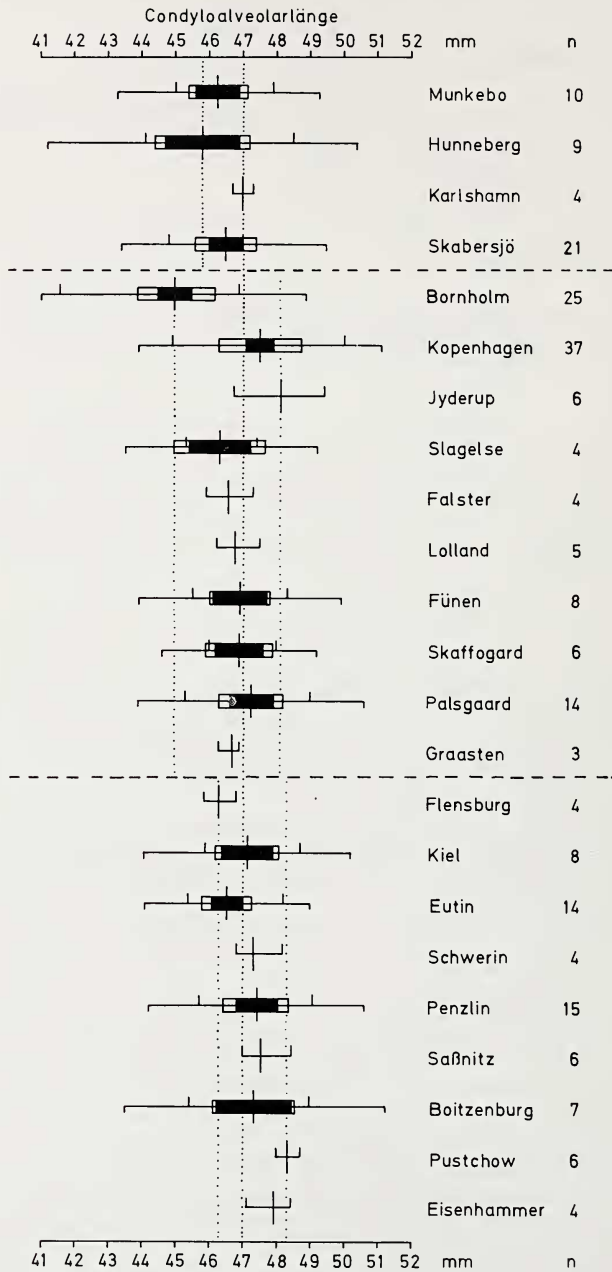


Abb. 5. Variabilität der Condylalveolarlänge in südschwedischen, dänischen und norddeutschen Populationen. (Erklärung der Darst. Abb. 3)

Sieht man darüber hinweg, daß die Condylalveolarlänge nicht direkt mit der Condylbasallänge verglichen werden kann und bewertet nur die allgemeine Tendenz, so ergibt sich „innerhalb“ der Unterart *Sciurus vulgaris fuscoater* eine höhere Variation der Schädelgröße als „zwischen“ verschiedenen Unterarten von *Sciurus vulgaris*. Diese Feststellung legt die Vermutung nahe, daß vielleicht die Abgrenzung des Verbreitungsareals von *Sc. v. fuscoater* anders als zur Zeit üblich vorgenommen werden müßte. Aufgrund dieses einen Hinweises ohne Berücksichtigung weiterer Merkmale einen solchen Schritt zu wagen, ist jedoch gewiß nicht angebracht.

Zusammenfassung

An 921 Schädeln aus dem Verbreitungsgebiet von *Sciurus vulgaris fuscoater* wurde die Condylalveolarlänge gemessen. Die Meßwerte wurden zu 94 Gruppen zusammengefaßt und für jede Gruppe der Mittelwert errechnet.

Der Vergleich der Mittelwerte zeigt eine starke Varianz. Die Kartierung der Mittelwerte läßt erkennen, daß die Condylalveolarlänge kinal variiert. Eine Abhängigkeit von Klimafaktoren ist aber unwahrscheinlich: Nur für den Zusammenhang zwischen der Condylalveolarlänge und der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge ergibt sich ein gesicherter Korrelationskoeffizient. Wie der entsprechende Determinationskoeffizient zeigt, lassen sich dabei aber auch nur 16,7% von der Variabilität der Condylalveolarlänge durch die Variabilität der Niederschlagswerte erklären. Gegen eine Abhängigkeit der Schädelgröße von Klimafaktoren sprechen auch die Befunde bei dänischen Eichhörnchenpopulationen. Es wird vermutet, daß die Variation genetisch bedingt ist.

Summary

Regional differences in skull size of Sciurus vulgaris fuscoater Altum, 1876

In 921 skulls, collected in the area of *Sc. v. fuscoater*, the Condylalveolarlength was measured. The measurements were grouped to 94 samples and for each sample the average was calculated. The comparison between the averages shows a great variance. When the averages are mapped out, it gets evident, that the Condylalveolarlength shows a variation, which is clinal. It seems to exist no dependance from the climate: Only the correlation between the Condylalveolarlength and the mean annual precipitation gives a significant coefficient. The coefficient of determination shows, that 16,7% of the variability of the Condylalveolarlength are explained by the variability of the mean annual precipitation. Results, based on Danish squirrels, don't show any correlation between the greatness of the skull and the climate. It is hypothesized that the variation in the greatness of skulls is caused by genes.

Literatur

- BRAESTRUP, F. W. (1935): Egetnet (*Sciurus vulgaris* L.). In: Danmarks Pattedyr, Kopenhagen.
- CAVAZZA, F. (1913): Studio intorno alla variabilita dello *Sciurus vulgaris* in Italia. Atti R. Accad. Lincei — Classe Sc. Fis. e Nat. Sez. 5, IX, 504—593.
- FLIK, B. J. (1964): Verslag van de werkzaamheden verricht op het zoologisch museum tydens een onderzoek over de systematische plaats van de nederlandse eekhorn (*Sciurus vulgaris* L.). Nicht veröffentlicht. Examensarbeit. Amsterdam.
- MAYR, E. (1967): Artbegriff und Evolution. Hamburg und Berlin.
- MEYNEN, E.; SCHMITHÜSEN, J. (1953): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Remagen.
- MILLER, G. S. (1912): Catalogue of the mammals of Western Europe in the collection of the British Museum. London.
- GGNEV, S. I. (1966): Mammals of the USSR and adjacent countries. Mammals of eastern Europe and northern Asia. Vol. IV Rodents. Jerusalem.
- SIDOROWICZ, J. (1971): Problems of Subspecific Taxonomy of Squirrel (*Sciurus vulgaris* L.) in Palaearctic. Zool. Anz. 187, 123—142.
- WILTAFSKY, H. (1973): Die geographische Variation morphologischer Merkmale bei *Sciurus vulgaris* L., 1758. Diss. Köln.

Anschrift des Verfassers: Dr. HERBERT WILTAFSKY, Zoologisches Institut der Universität Köln, D — 5000 Köln 41, Weyertal 119